Mn이 치환된 $Ba_3Co_{2-X}Mn_xFe_{24}O_{41}$ (x=0.0, 1.0) Z-type hexaferrite의 투자율 특성 연구

황필순[1*], 임정태[1], 심인보[1], 한은주[2], 김철성[1]
[1]국민대학교 물리학과
[2]수원대학교 물리학과

1. 서 론

Z-type hexaferrite는 spinel ferrite보다 높은 자기 이방성에 의해 1 GHz에서 우수한 특성을 보여 RF 디바이스에 관한 연구가 진행 중에 있다. 본 연구에서는 직접합성법을 이용하여 제조된 $Ba_3Co_{2-X}Mn_xFe_{24}O_{41}$ (x=0.0, 1.0) 통해서 자기적 특성에 대해 연구 하고자 한다. 결정학적 및 자기적 특성을 x-선 회절기(x-ray diffractometer), 진동시료 자화율측정기(vibrating sample magnetometer)와 뫼스바우어 분광기(Mössbauer spectrometer)를 실험에 이용하여 연구하였으며 Agilent 사의 E5071C Network Analyger를 이용하여 측정하였다.

2. 실험방법

Z-type hexaferrite인 $Ba_3Co_{2-X}Mn_xFe_{24}O_{41}$ (x=0.0, 1.0) 다결정 분말 시료를 직접합성법(soild-state reaction method)을 사용하여 제조하였다. 출발 물질로 $BaCO_3$, CoO, MnO_2, Fe_2O_3를 이용하였으며, 이를 ball mill를 통해 20시간 동안 분쇄를 하였다. 액체 상태의 시료를 24시간 동안 건조 시킨 후 1000°C에서 하소 한 후에 두 차례(1200°C, 1250°C)에 걸친 소결로 $Ba_3Co_{2-X}Mn_xFe_{24}O_{41}$ (x=0.0, 1.0) 분말 시료를 합성하였다. 제조 된 시료의 결정학적 특성을 확인하기 위해 Cu-$K\alpha$ 선에 이용한 x-선 회절 실험 (XRD)를 진행 후 Rietveld 방법으로 분석하였다. 진동시료 자화율 측정 (VSM) 실험을 통해 거시적인 자기적 특성을 확인하였으며, 미시적인 자기적 특성을 확인하기 위해 뫼스바우어 분광 실험을 진행하였다. 시료의 주파수에 따른 투자율과 유전율의 특성은 Agilent 사의 E5071C Network Analyger를 50 MHz ~ 4 GHz 범위에서 이용하여 투자율을 측정하였다.

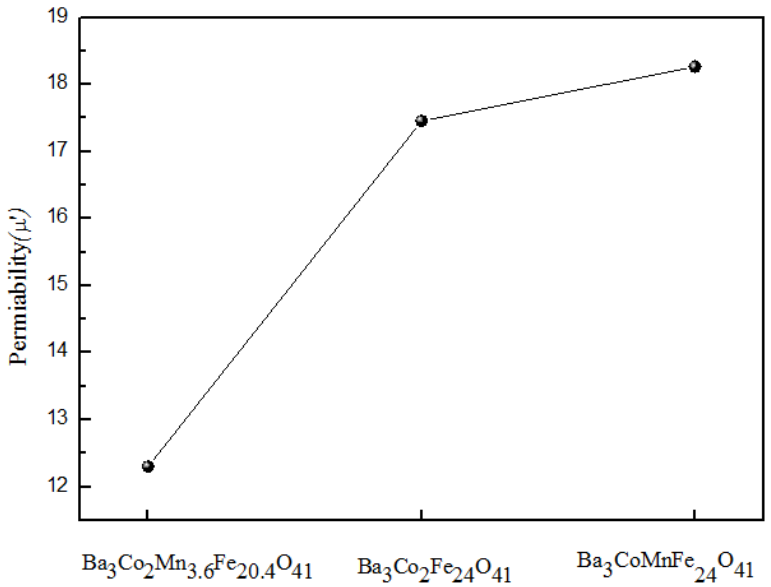

Fig. 1. Fe, Co 이온의 Mn 이온 치환에 따른 투자율 비교

3. 실험결과 및 고찰

직접합성법으로 제조된 $Ba_3Co_{2-X}Mn_xFe_{24}O_{41}$ (x=0.0, 1.0) 시료의 XRD 데이터를 Fullprof 분석 프로그램으로 분석한 결과 단일 상의 Z-type임을 확인 하였고 각 시료의 Mn 치환 비율에 따른 격자 상수는 a, c 축 각각 x=0.0인 경우 5.86 Å, 51.91 Å이었으며, x=1.0 인 경우 5.86 Å, 51.86 Å이 측정 되었다. VSM을 이용하여 $Ba_3Co_{2-X}Mn_xFe_{24}O_{41}$ (x=0.0, 1.0) 시료의 포화 자화(*MS*)와 보자력 (*HC*)을 측정 한 결과 x=0.0인 경우 50.90 emu/g, 37.10 Oe, x=1.0인 경우 60.30 emu/g, 185.74 Oe로 나타났으며 이는 Mn 이온이 up spin site로 치환됨을 의미한다. 미시적인 자기적 특성을 측정하기 위해 상온에서 뫼스바우어 분광 실험을 한 결과 Z-type hexaferrite 내에 중첩 된 10개의 부격자의 스펙트럼을 6-sextets 형태로 분석하였다. 모든 부격자에서 Fe^{3+} 상태임을 확인하였다. Network Analyger를 이용하여 측정한 $BaCoMnFe_{24}O_{41}$의 tanδ 값은 0.01322가 나왔다.

Mn 이온을 Fe과 Co 이온에 치환하는 것에 따른 투자율 차이를 비교한 결과 Mn이온을 Co이온에 치환한 경우가 투자율이 가장 높게 나왔다.

4. 참고문헌

[1] Jian Er Bao, Ji Zhou, Zhen Xing Yue, Long Tu Li, Zhi Lun Gui, Materrials Science and Engineering B99 (2003) 98-101